

Controlling and optimizing hot rolling of a metal strip comprises passing an electromagnetic radiation through the metal strip and evaluating on the reverse side of the metal

Publication number: DE19941736
Publication date: 2001-03-15
Inventor: FURUMOTO HERBERT (DE); NICKEL WERNER (DE)
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
- **international:** *B21B37/00; C21D11/00; B21B37/76; B21B37/00; C21D11/00; B21B37/74; (IPC1-7): B21B37/00*
- **European:** B21B37/00; C21D11/00
Application number: DE19991041736 19990901
Priority number(s): DE19991041736 19990901

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19941736

Controlling and optimizing hot rolling of a metal strip comprises passing an electromagnetic radiation through the metal strip emitted from an X-ray device and determining online and evaluating on the reverse side of the metal; determining crystallographic conversions, structure conversions and/or chemical conversions at a determined temperature; and deriving suitable process control and/or regulation parameters for optimizing the process depending on the degree of conversion and/or course of conversion and/or carrying out an online adaptation of the process model. Preferred Features: The spectrum of the electromagnetic radiation is evaluated with neuronal networks.

Data supplied from the [esp@cenet](#) database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 41 736 A 1**

⑥1 Int. Cl. 7:
B 21 B 37/00

②1 Aktenzeichen: 199 41 736.9
②2 Anmeldetag: 1. 9. 1999
④3 Offenlegungstag: 15. 3. 2001

DE 199 41 736 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Furumoto, Herbert, Dr., 91052 Erlangen, DE; Nickel,
Werner, Dr., 64646 Heppenheim, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:
Auzinger, D., Parzer, F., Posch, G.: Process optimization for laminar cooling. In: Iron and Steel Engineer, August 1998, S.45-49;
Pereloma, E.V., Boyd, J.D.: Effects of simulated on-line accelerated cooling processing on transformation temperatures and microstructure in microalloyed steels. Part 1-Strip processing. In: Materials Science and Technology, October 1996, Vol.12, S.808-817;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Prozeßführung und Prozeßoptimierung beim Warmwalzen von Metall

⑤7 Speziell beim Warmwalzen von Metallbändern wird die das heiße Metallband durchdringende Röntgenstrahlung online erfaßt und ausgewertet. Dabei werden mit der Auswertung kristallographische Umwandlungen und/oder Gefügeumwandlungen und/oder chemische Umwandlungen, die bei bestimmten Temperaturen des Metalles erfolgen, erfaßt. Aus der Kenntnis des Umwandlungsgrades bzw. des Umwandlungsverlaufes werden geeignete Prozeßsteuer- und/oder Regelgrößen zur Prozeßoptimierung abgeleitet. Bei Zugrundelegung eines Prozeßmodells kann dieses Modell online adaptiert werden.

DE 199 41 736 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Prozeßführung und Prozeßoptimierung beim Warmwalzen von Metall, insbesondere eines Stahlbandes.

Speziell bei Stahl als spezifisches Eisen-Kohlenstoff(Fe-C)-Metall erfolgt am Ende des Warmwalzprozesses in der Abkühlzone eine Umwandlung des γ -Eisens in das bei Raumtemperatur stabile α -Eisen. Dieser Umwandlungsprozeß findet vorrangig in der Abkühlstrecke für das Stahlband statt.

Für die Prozeßführung beim Warmwalzen von Stahlband muß daher der Umwandlungsprozeß berücksichtigt werden. In der Praxis ist es aber schwierig, den Umwandlungspunkt und den Umwandlungsgrad im Stahlband unter rauen Betriebsbedingungen zu erfassen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren anzugeben, mit dem die Strukturumwandlung direkt im laufenden Abkühlprozeß bestimmt werden kann.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch die Abfolge der Schritte gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Mit der Erfindung ist eine Online-Messung realisiert, bei der Röntgenstrahlung verwendet wird. Die das Metallband durchdringende Strahlung wird erfaßt und ausgewertet. Damit ist es möglich, kristallographische und/oder Strukturumwandlungen und/oder chemische Umwandlungen qualitativ und quantitativ zu erfassen. Mit der Kenntnis des Umwandlungsgrades bzw. des Umwandlungsverlaufes können aber Prozeßsteuer- und/oder Regelgrößen zur Prozeßoptimierung abgeleitet werden. Sofern der Prozeßsteuerung geeignete Prozeßmodelle zugrunde gelegt werden, können diese online adaptiert werden.

Die Erfindung wird nachfolgend im einzelnen anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben.

Ein steigender Anteil von Qualitäts-Stahlblechen wird durch den Warmwalzprozeß hergestellt. Der abschließende Verfahrensschritt des Warmwalzprozesses ist dabei die Abkühlung und Nachbehandlung des Stahlbandes. Dabei wird das heiße Stahlband, das aus der letzten Walze des Walzgerüsts kommt, mit großen Mengen von Wasser in einer Kühlstrecke abgekühlt.

Der wesentliche Prozeß im letzteren Verfahrenszustand ist die Umwandlung von γ -Eisen in α -Eisen. Diese Umwandlung ist von hoher Bedeutung für die Qualität der erzeugten Stahlbänder.

Die Temperatur und die Geschwindigkeit der Umwandlung hängt in starkem Maße von der chemischen Zusammensetzung, d. h. vom Anteil der Legierungsbestandteile, insbesondere von Vanadium (V), Titan (Ti) oder Niob (Nb) bzw. geringen Anteilen von Stickstoff (N) oder Kohlenstoff (C), ab.

Letztere Bestandteile haben einen starken Einfluß auf die Strukturumwandlung und damit auf die Qualität des resultierenden Produktes. Starken Einfluß auf die Umwandlungsgeschwindigkeit hat weiterhin die Kornstruktur, d. h. die Größe der einzelnen Körner, die Zahl und Art von Versetzungen und Ausscheidungen.

Ein weiteres Problem ist, daß die Strukturumwandlung nicht im thermischen Gleichgewicht stattfindet. Im Normalfall ist die Transformations-Temperatur geringer als die Gleichgewichtstemperatur des Prozesses. Dies verstärkt den Einfluß der Kornstruktur auf die Umwandlungsrate und damit auf die Umwandlungstemperatur, was bedeutet, daß die Vorbehandlung im gesamten Warmwalzprozeß bis zum Kühschritt Einfluß auf die Strukturumwandlung und deren

Ergebnisse haben kann.

Die Strukturumwandlung bei Stahl wird im wesentlichen durch das bekannte Zustandsdiagramm Fe-C angegeben. Zwischen 723°C und 906°C existiert im Bereich der relevanten Kohlenstoff(C)-Konzentration ein Gleichgewicht von α -Mischkristallen (Ferrit) und γ -Mischkristallen (Austenit), das sich bei Abkühlung verändert, womit eine Strukturumwandlung verbunden ist. Die Strukturumwandlung von γ -Eisen in α -Eisen beinhaltet dabei einen Wechsel der kubisch flächenzentrierten (FCC = face centered cubic) zur kubisch raumzentrierten (BCC = body centered cubic) Kristallstruktur. Dadurch ändert sich die Bindungsgeometrie, neben den Gitterkonstanten auch die räumliche Anordnung, und Bindungskraft innerhalb der Kristallstruktur.

Es wird nunmehr ausgenutzt, daß die Änderungen der Gitterstruktur und der Gitterkonstanten zu Unterschieden in den Beugungsintensitäten der Röntgenstrahlung führen. Es werden daher Messungen bei einer im Walzband vorliegenden, ausreichend hohen Temperatur im Bereich von 550 bis 900°C durchgeführt und die Beugungsintensitäten des Warmbandes gemessen und analysiert.

Zur Auswertung können chemometrische Methoden oder neuronale Netze zum Einsatz kommen. Dafür ist es notwendig, daß die Beugungsintensitäten erfaßt und in entsprechender Weise mittels multivariater Datenanalyse ausgewertet werden. Im einzelnen werden dafür die bekannten chemometrischen Methoden der sogenannten Hauptkomponentenanalyse (PCA oder PCR) oder die Auswertemethode der kleinsten Quadrate (PLS angewandt).

Letztere mathematische Methoden sind heute als Standardtools für die Auswertung von Beugungsintensitäten verfügbar. Diese Tools setzen lineare Modelle voraus, um die Konzentrationen von Komponenten der zu untersuchenden Stoffe zu ermitteln. Es können auch physikalische Parameter der zu untersuchenden Stoffe erfaßt und modelliert werden, z. B. die Temperatur.

Mit der Erfindung wird erstmalig die Röntgenstrahlung zur Erfassung von Umwandlungen im Stahl und deren Einsatz bei der Prozeßführung beim Warmwalzen vorgeschlagen. Außer an Stahlbändern kann die Erfindung auch beim Warmwalzen anderer Metalle eingesetzt werden.

Bei der angestrebten Prozeßoptimierung wird der Prozeßsteuerung ein Abkühlmodell zugrunde gelegt, bei dem die spezifische Wärme und die exotherme Wärmetönung, die vom Umwandlungsgrad abhängen, erfaßt und die gemessenen Umwandlungsgrade zur Adaption des Abkühlmodells benutzt werden. In Abhängigkeit vom gemessenen Umwandlungsgrad wird dabei die Kühlung so gesteuert, daß sich ein vorgegebener Temperaturverlauf ergibt. Dazu erfolgt vorteilhafterweise die Messung an einem festen Punkt über dem vorbeibewegten Metallband und es wird der Umwandlungsgrad in Längsrichtung gemessen und als Längsprofil angezeigt.

Bei den vorstehend beschriebenen Beispielen kann die Messung über die Breite des vorbeibewegten Metallbandes mit einer traversierenden Sonde erfolgen oder durch mehrere parallel über die Breite angeordnete Sonden realisiert werden. Insbesondere dadurch kann der Umwandlungsgrad in Querrichtung ermittelt und als Querprofil dargestellt wird.

Die Erfindung wurde im einzelnen beim Warmwalzen eines Stahlbandes als Metall beschrieben. Bei durch Ziehen erzeugten Metalldrähten liegen ganz entsprechende Verhältnisse bezüglich der kristallographischen Umwandlungen, der Gefügeumwandlungen und/oder der chemischen Umwandlungen vor, so daß in gleicher Weise auch die Steuerung von Drahtziehstraßen erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prozeßführung und Prozeßoptimierung beim Warmwalzen von Metall, insbesondere eines Metallbandes, mit folgenden Schritten: 5
 - Die von einem Röntgenstrahler emittierte elektromagnetische Strahlung durchdringt das Metallband und wird auf der Rückseite des Metallbandes online erfaßt und ausgewertet,
 - mit der Auswertung werden kristallographische 10 Umwandlungen und/oder Gefügeumwandlungen und/oder chemische Umwandlungen, die bei bestimmten Temperaturen des Metalles erfolgen, ermittelt,
 - in Abhängigkeit vom Umwandlungsgrad bzw. 15 vom Umwandlungsverlauf werden geeignete Prozeßsteuer- und/oder Regelgrößen zur Prozeßoptimierung abgeleitet und/oder eine online Adaption der Prozeßmodelle durchgeführt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Röntgenstrahlung mit neuronalen Netzen ausgewertet wird. 20
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Röntgenstrahlung aufgenommen und mit chemometrischen Methoden ausgewertet wird. 25
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall ein Stahlband ist, das einem Warmwalzprozeß und/oder einem Kühlprozeß unterzogen wird, wobei die Umwandlung der Kristallstruktur eine Umwandlung von γ -Eisen (Austenit) in α -Eisen (Ferrit) ist. 30
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der Röntgenstrahlung der Anteil von Ferrit und Austenit erkannt wird.
6. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei zur Prozeßoptimierung eine Kühlung des gewalzten Metalles erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlung in Abhängigkeit vom gemessenen Umwandlungsgrad so gesteuert wird, daß sich ein vorgegebener Umwandlungsverlauf ergibt. 35 40
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit vom gemessenen Umwandlungsgrad die Kühlung so gesteuert wird, daß sich ein vorgegebener Temperaturverlauf ergibt.
8. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Prozeßsteuerung ein Abkühlmodell zugrunde gelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Umwandlungsgrad abhängende spezifische Wärme, die exotherme Wärmetönung und/oder die gemessenen Umwandlungsgrade zur Adaption des Abkühlmodells benutzt werden. 45 50
9. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung an einem festen Punkt über dem vorbeibewegten Metallband erfolgt, der Umwandlungsgrad in Längsrichtung gemessen und als Längsprofil angezeigt wird. 55
10. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung über die Breite des vorbeibewegten Metallbandes mit einer traversierenden Sonde oder durch mehrere, parallel angeordnete Sonden erfolgt, womit der Umwandlungsgrad sowohl in Längs- als auch in Querrichtung des Metallbandes gemessen wird und als Längs- und/oder Querprofil anzeigbar ist. 60
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung und Optimierung an einem Metalldraht in einer Drahtziehstraße erfolgt. 65

- Leerseite -